

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Tříkolka pro děti

Tricycle for children

Student:

Tomáš Rychtar

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Hapla

V Ostravě 2017

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Rychtar**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma: **Tříkolka pro děti**
Tricycle for Children

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Navrhněte konstrukční řešení tříkolky pro děti od 3 do 6 let. Největší výška dítěte je 130 cm a maximální hmotnost 30 kg.

Zpracujte:

1. rešerši dané problematiky
2. návrhy konstrukčního řešení tříkolky
3. nezbytné výpočty
4. výkresovou dokumentaci

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře – části spojovací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava, 2007, 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8

MORAVEC, V. *Mechanické a hydraulické převody. Mechanické převody*. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava, 2000, 107 s. ISBN 80-7078-807-0

LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Úvaly: Albra, 2003, 914 s. ISBN 80-86490-74-2

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Hapla**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, bakalářské práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB - TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 15.5.2017

.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Tomáš Rychtar

Adresa trvalého pobytu studenta: I. Sekaniny 1805/1, Ostrava-Poruba, 708 00

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Rychtar, T. Tříkolka pro děti: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2017, Vedoucí práce: Ing. Tomáš Hapla.

Bakalářská práce je zaměřena na konstrukční návrh dětské tříkolky a tažného mechanismu, pomocí kterého bude tříkolka tažena za jízdním kolem. V úvodu jsou sepsány různé typy tříkolek k dostání na našem trhu. Dále je práce zaměřena na bezpečnost a ergonomii tříkolky, podle nichž je tříkolka navržena. Pro pohon je navržen řetězový mechanismus, u kterého je provedena statická i dynamická kontrola. Podle těchto informací je dále navržen zbytek tříkolky, včetně tažného mechanismu. Výpočtová část je zaměřena na kontrolu hřídele, pera, drážkování a také hranolového spojení šlapacího mechanismu. Jako poslední výpočet, je provedena MKP analýza.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

Rychtar, T. Tricycle for children: bachelor thesis. Ostrava: VŠB— Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2017, Thesis head: Ing. Tomáš Hapla.

Bachelor thesis is focused on design of children tricycle and its pulling mechanism, by means of which the tricycle will be pulled behind the bicycle. In the introduction are written different types of tricycles available on our market. Furthermore, the work is focused on the safety and ergonomics of the tricycle, according to which it is designed. A chain mechanism is designed to drive a static and dynamic control. According to this information, the rest of the tricycle, including the towing mechanism, is also designed. The computational part is focused on shaft, springs, grooving and also prism control of the pedal mechanism. As a final calculation, FEM analysis is performed.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
1 Úvod.....	9
2 Rešerže.....	10
2.1 Tříkolky	11
2.2 Závěsný mechanismus za kolo	11
2.2.1 Závěsné vozíky	11
2.2.2 Vodící tyče	13
3 Ergonomie.....	14
4 Bezpečnost	16
5 Pohon	17
5.1 Volba pohonu	17
5.2 Výpočet řetězu.....	19
6 Řešení konstrukčních uzlů	23
6.1 Řídítka a sedátko	23
6.2 Šlapací mechanismus	25
6.3 Uložení řídítek.....	26
6.4 Prokluzování převodu.....	26
6.4.1 Návrh řešení	26
6.4.2 Zhodnocení varianty	29
6.4.3 Výběr varianty	29
6.5 Uložení zadního hřídele.....	29
6.6 Uložení předního hřídel.....	30
6.7 Tažný mechanismus	31
6.8 Shrnutí konstrukčního řešení.....	31
7 Výpočet namáhaných součástí.....	35
7.1 Výpočet kroutících momentů	35
7.2 Výpočet válcového konce hřídele	36
7.3 Kontrola hřídele.....	37
7.4 Návrh pera	39
7.5 Kontrola hranolového spojení	40
7.6 Kontrola rovnobokého drážkování	41
8 Údržba a skladování.....	43
9 Závěr	44

Seznam použitých značek a symbolů

Značka nebo symbol	Význam značky nebo symbolu	Jednotky
A	Přibližná osová vzdálenost	mm
A_{sk}	Skutečná osová vzdálenost	mm
m	Hmotnost	kg
L	Délka	mm
v	rychlost	m/s
z	počet zubů	-
D_1	Průměr hnacího řetězového kola	mm
D_2	Průměr hnaného řetězového kola	mm
D_3	Rameno páky	mm
F_n	Síla v nohách	N
P	Rozteč	mm
i	Převodový poměr	-
D_{t1}	Průměr roztečné kružnice hnacího kola	mm
D_{t2}	Průměr roztečné kružnice hnaného kola	mm
M_{k1}	Krouticí moment hnacího kola	Nm
M_{k2}	Krouticí moment hnaného kola	Nm
F_2	Síla v řetězu	N
F_c	Síla celková	N
F_n	Síla v nohou dítěte	N
Y	Součinitel rázu	-
K_s	Součinitel statické bezpečnosti	-
K_D	Součinitel dynamické bezpečnosti	-
x	Počet článků řetězu	-
L	Délka řetězu	mm
F_s	Střížná síla	F
d'	Předběžná průměr hřídele	mm
W_k	Modul pružnosti v krutu	mm ³
Re	Mez pružnosti	MPa
η_1	Účinnost řetězu	-
η_L	Účinnost ložisek	-
η_z	Účinnost na zubu	-
F_p	Síla na boku pera	N

M_{max}	Maximální ohybový moment	MPa
L'	Délka boku pera	mm
p	Tlak	MPa
b	Rameno výslednice sil	mm
τ_{ds}	Dovolené namáhání ve smyku	MPa
σ_D	Dovolené namáhání v tahu	MPa
σ_o	Namáhání v ohybu	MPa
σ_{do}	Dovolené namáhání v ohybu	MPa
R_a	Reakce v místě a	N
R_b	Reakce v místě b	N

1 Úvod

Cílem této bakalářské práce je navrhnout co nejlepší konstrukční řešení dětské šlapací tříkolky tak, aby splňovala veškeré důležité náležitosti související s ergonomií pro dítě od tří do šesti let. Dále se budu zabývat propojením tříkolky s kolem, aby mohla být tříkolka s dítětem vhodně tažena za kolem. Rám tříkolky a tažný mechanismus budu navíc kontrolovat pomocí metody konečných prvků. Tříkolka bude navrhována pro tří až šesti leté dítě, čemuž odpovídá maximální zatížení 30 kilogramů.

Tříkolky většinou slouží pro děti předškolního věku jako první kolo, jelikož ještě nedokáží udržet rovnováhu na dvou kolech. Zlepšují si tak koordinaci, rozvíjí sílu, zbaví strachu ze šlapání a umožní tak lehčí přechod na jízdní kolo. Její hlavní výhoda oproti kolu je tedy, jak už bylo řečeno, stabilita. Tři kola místo dvou tedy zajišťují určitou bezpečnost proti pádu.

2 Rešerže

2.1 Tříkolky

Dětské tříkolky se však začaly vyrábět až v pozdějších letech a v současné době na trhu můžeme najít obrovské množství. Liší se většinou designem, použitým materiálem, ergonomií ale někdy také množstvím funkcí.

První variantou dětské tříkolky k dostání na našem trhu je tříkolka Toyz York. Je určena pro děti od tří do pěti let na procházky po okolí. Pohon je umístěn na předním kole za pomoci šlapadel. Je určena pro děti od 3-5 let, má kovovou konstrukci a váží necelé 4 kg. Tato tříkolka je k dostání za cenu od 700 Kč.



Obr. 2.1 - *Tříkolka Toyz York* [5]

Druhou variantou je tříkolka Smile Plus, která je už opatřena pohonem na zadní kolo, pomocí řetězového převodu, se kterým se pedály lépe ovládají. Cena se však pohybuje od 1600 Kč.



Obr. 2.2 - *Tříkolka smile plus* [6]

V poslední době se stala oblíbená varianta tříkolky, která je navíc opatřena vodící tyčí. Jeden z příkladů tohoto zástupce je tříkolka Buddy Toys BPT. Délka vodící tyče je zde nastavitelná do libovolné polohy. Rám je vyroben z plastu a tudíž má nízkou hmotnost pro lehké přemísťování a manévrování. Pohon je zajištěn stejně jako u prvního typu a to pomocí šlapadel na přední kolo. Cena této tříkolky se pohybuje okolo 800 Kč.



Obr. 2.3 - Tříkolka buddy toys BPT 3030 [7]

2.2 Závěsný mechanismus za kolo

V druhé části této práce se budu zabývat mechanismem, pomocí kterého bude možné tříkolku zapojit za kolo dospělého člověka. Dítě bude tak bude schopno ujet delší vzdálenosti.

Závěsný mechanismus přímo pro tříkolku jsem žádný nenašel. Na trhu je však spousta mechanismů pro kolo, ale také spousta závěsných vozíků jak pro přepravu věcí, tak i dětí a dokonce i psy.

2.2.1 Závěsné vozíky

Závěsný vozík Forman je jedním z mnoha vozíků určený pro zavěšení za kolo, za účelem převážení věcí. Upínací mechanismus je založen na jednoduchých prvcích. Nachází se zde tažný úchyt, který se namontuje na kolo, za pomocí šroubu, ke kterému se poté pomocí dalšího šroubu přichytí samotný vozík.



Obr. 2.4 - Závěsný vozík Forman [8]



Obr. 2.5 - Uchycení vozíku Forman [8]



Obr. 2.6 - Tažný úchyt [8]

Dalším variantou jsou vozíky s upínacím mechanismem přímo na zadním kole. Jako první příklad uvádím typ vidaXL, který je uchycen na obou stranách kola pomocí spojovacích kloubů a slouží k převážení věcí pomocí batohu, který je uchycen k rámu vozíku. Druhý typ TRIxie, který je uchycen už pouze z jedné strany. U tohoto mechanismu je třeba nejprve namontovat kovový prvek, ke kterému se připojí zbytek vozíku a zajistí kolíkem. Oba vozíky mají nosnost 30 Kg, kovový rám a hliníkové kola. Výhodou je rychlé a snadné upínání ke kolu.



Obr. 2.7 - Vlek za kolo [9]



Obr. 2.8 - Vozík za kolo pro psy [10]

2.2.2 Vodící tyče

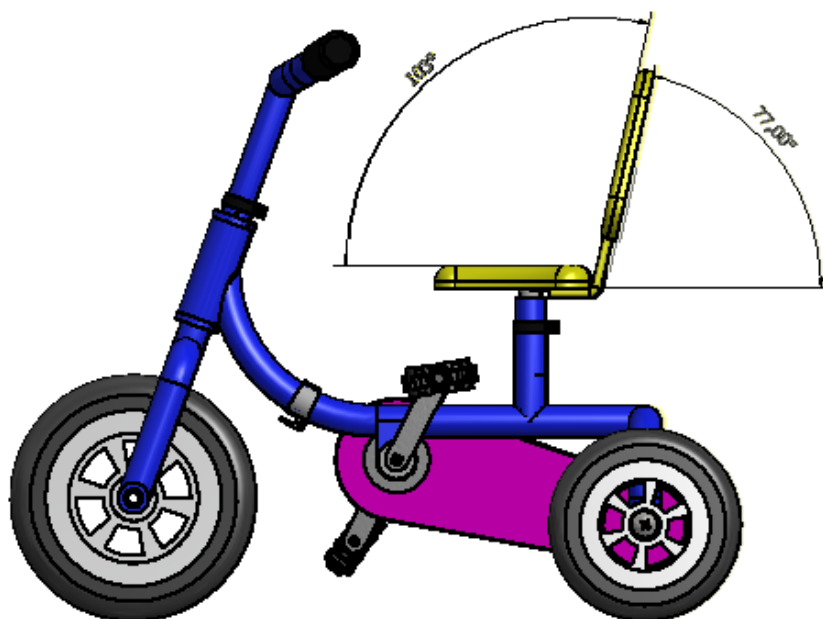
Poslední variantou o které bych se chtěl zmínit jsou vodící tyče, které se používají k tažení kola s dítětem. Jejich podstata spočívá v upnutí jedné strany tyče nejčastěji přímo na sedátko tažného kola a druhé strany na rám, dětského kola tak, že přední kolo je zdvyžené mírně nad zemí, aby byla možná lepší manipulace při jízdě. Jako příklad je uveden typ Trail Gator, jehož cena se pohybuje od 1900 Kč.



Obr. 2.9 - *Tažná tyč za kolo [11]*

3 Ergonomie

Prvním z mnoha kritérií, kterými se musím řídit je ergonomie. Přínosem správně volené ergonomie je větší komfort při vykonávání činnosti, prevence před zdravotními obtížemi, zvýšení výkonnosti a minimalizace únavy. Rozměry tříkolky musím tedy volit tak, aby se dítě při šlapání cítilo co nejpohodlněji a mohlo tak vyvíjet co největší sílu do pedálů. Podle literatury o ergonomii [13], je ideální úhel mezi opěrkou a sedákem úhel 103° .



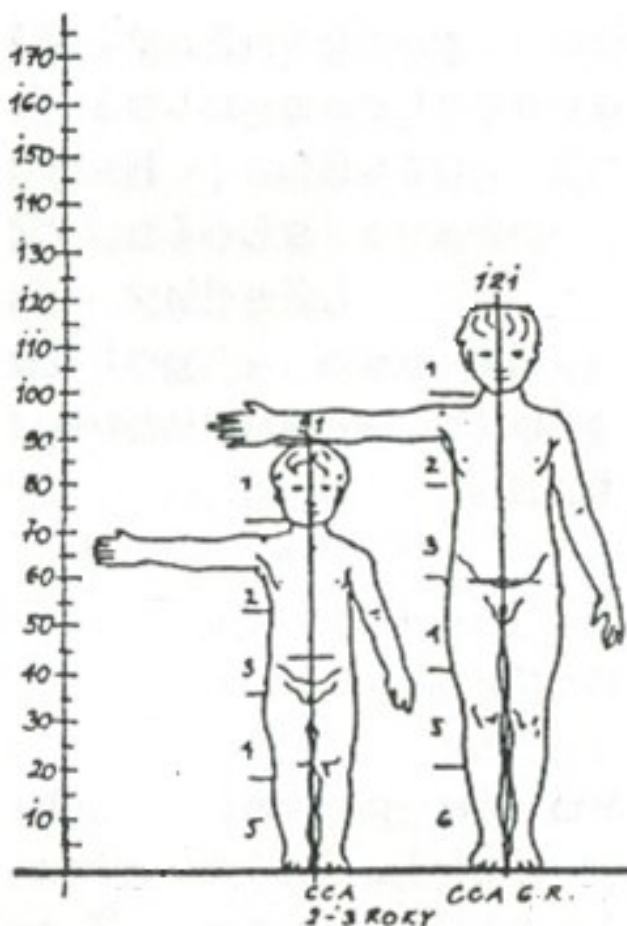
Obr. 3.1 - Ergonomie tříkolky

Pro zajištění co nejlepší ergonomie, jsem musel nejprve zjistit, alespoň orientační výšku dětí v jednotlivých letech od 3-6 let, pro jenž je tříkolka navrhována. Tyto hodnoty jsou vypsány v tabulce [1]

Tab. 3.1 - Průměrná výška a váha dětí podle věku [12]

	chlapci		dívky	
věk	váha	výška	váha	výška
3 roky	15,2 kg	98 cm	15,0 kg	96 cm
4 roky	17,2 kg	106 cm	16,9 kg	104 cm
5 let	19,3 kg	113 cm	18,8 kg	112 cm
6 let	21,9 kg	119 cm	21,4 kg	118 cm

Při sestavování rozměrů tříkolky jsem bral v úvahu velikosti částí těla u dětí od 3-6 let, které můžeme vidět z obrázku 3.2. Dle obrázku můžeme například vidět, že maximální vzdálenost sedátka od nejnižší polohy pedálů by neměla přesahovat víc jak 350mm, aby i dítěti ve věku 3 let bylo umožněno pohodlně šlapat i když bude pedál v největší vzdálenosti o sedátka.



3.2 - Závislost výška/věk [25]

4 Bezpečnost

Další z hlavních kritérií je bezpečnost. Malé děti jsou mnohdy velmi neopatrné a proto je třeba tříkolku co nejlépe zabezpečit, aby nedošlo ke zranění.

Základní druhy nebezpečí dle literatury [4]:

- a) nebezpečí mezer a otvorů
- b) nebezpečí výčnělků
- c) nebezpečí nedostatečné stability
- d) nebezpečí pohybujících se a rotujících předmětů
- e) nebezpečí nedostatečné konstrukční pevnosti.

Mým úkolem tedy bude mimo jiné zkosit, nebo zaoblit všechny nebezpečné a ostré hrany. Zakrytování celého řetězového převodu bude taky nezbytností. To nám navíc pomůže ochránit řetěz před vnějšími vlivy jako je např. prašnost, vlhkost a jiné. Rovněž otvory budou zabezpečené a to pomocí plastových krytek.

5 Pohon

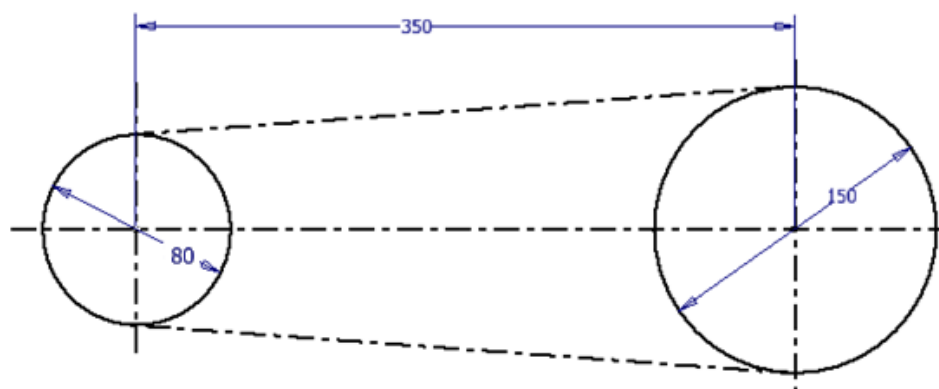
5.1 Volba pohonu

Jako pohon jsem zvolil řetězový převod. Díky jeho snadné údržbě a ceně je nejvýhodnější převod pro tříkolky. K jeho dalším nesporným výhodám patří také množství variant a rozměrů, které jsou na trhu dostupné. Tento převod má navíc stálý převodový poměr, takže na rozdíl od např. řemenového převodu nedochází k prokluzu a navíc výroba řetězových kol není tak náročná na přesnost jako řemenice.

Další výhody řetězových převodů [14]:

- možnost přenosu krouticího momentu na větší vzdálenosti
- pracuje bez předpětí a tím se nezvyšuje zatížení ložisek
- umožňuje přenos velkých sil
- převodový poměr až 1:10
- obvodová rychlost až 15 m/s (podle velikosti a konstrukce řetězu)
- použitelnost při rozdílných teplotách pracovního prostředí
- při správném mazání a instalaci je účinnost až 98%
- malé nároky na prostor, v konstrukčním celku zabírá místo prakticky jen v rovině
- řetězy jsou rozebíratelné, to umožňuje jejich snadnou výměnu nebo opravu
- jednoduchý a spolehlivý provoz

I když se u těchto převodů často používají přehazovačky s vícestupňovým převodem, pro tuto tříkolku jsem volil jednostupňový převod, který je podle mě pro děti v tak nízkém věku nejvhodnější. Hnací kolo bude mít rozměry $\varnothing d_1 = 150\text{mm}$, $z_1 = 36$ zubů a hnané kolo $\varnothing d_2 = 80\text{mm}$ a $z_2 = 19$ zubů. Osovou vzdálenost kol volím 350mm.



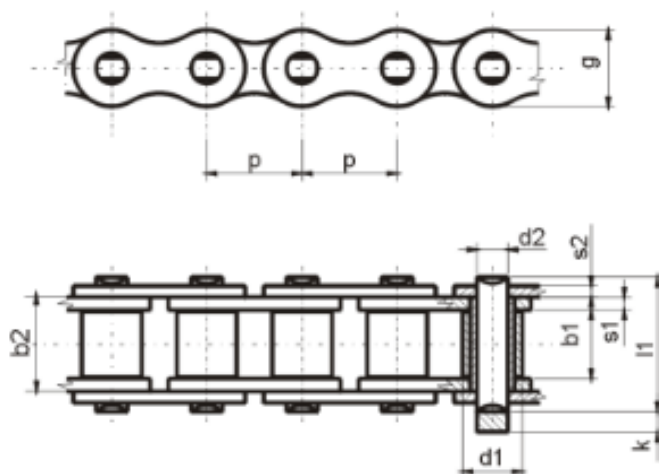
Obr. 5.1 - Schéma řetězového převodu

5.2 Výpočet řetězu:

Zadané parametry:

- Síla v nohách dítěte $F_n = 260 \text{ N}$ [22]
- Průměr hnacího kola $d_1 = 150 \text{ mm}$
- Počet zubů na hnacím kole $z_2 = 36$ zubů
- Průměr hnaného kol $d_1 = 80 \text{ mm}$
- Počet zubů na hnaném kole $z_1 = 19$ zub

Volím jednořadý válečkový řetěz 20 B-1 dle ČSN 02 3311 (evropská řada B) s parametry:



ČSN DIN ISO	p - mm	b ₁ min mm	b ₂ min mm	d ₁ h10 mm	d ₂ h9 mm	l ₁ /l ₂ /l ₃ max mm	g max mm	s ₁ - mm	s ₂ - mm	F _B min kN	Q - kg/m
08 B-1	12,700	7,75	11,30	8,51	4,45	16,40	11,80	1,60	1,40	18,680	0,7

Obr. 5.2 - Katalog válečkových převodů [14]

Převodový poměr

$$i = \frac{z_2}{z_1} \quad (5.1)$$

$$i = \frac{36}{19}$$

$$i = 1,89$$

Roztečný průměr malého řetězového kola

$$Dt_1 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{z_1}\right)} \quad (5.2)$$

$$Dt_1 = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180}{19}\right)}$$

$$Dt_1 = 77,16 \text{ mm}$$

Roztečný průměr velkého řetězového kola

$$Dt_2 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180}{z_2}\right)} \quad (5.3)$$

$$Dt_2 = \frac{12,7}{\sin\left(\frac{180}{36}\right)}$$

$$Dt_2 = 145,72 \text{ mm}$$

Výpočet síly v řetězu z momentové rovnováhy na páce (Mk_n) a hnaném řetězovém kole (Mk_2)

$$Mk_n = Mk_2$$

$$Fn_1 \cdot \frac{D_3}{2} = F\check{r}_2 \cdot \frac{Dt_2}{2} \quad (5.4)$$

$$\rightarrow F\check{r}_2 = \frac{Fn_1 \cdot D_3}{Dt_2}$$

$$F\check{r}_2 = \frac{260 \cdot 240}{142,72}$$

$$F\check{r}_2 = 437,22 \text{ N}$$

Síly odstředivou a od hmotnosti řetězu si můžu dovolit zanedbat z důvodů malých rychlostí a rozměrů. V tom případě se celková síla (F_c) rovná síle v řetězu ($F_{\check{r}_2}$). Dle [15] volím součinitel rázu $Y=3$.

Součinitel statické bezpečnosti

$$k_s = \frac{F_{pt}}{F_c} \geq 8 \quad (5.5)$$

$$k_s = \frac{F_{pt}}{F_c}$$

$$k_s = \frac{18\,690}{437,22}$$

$$k_s = 42,75 \geq 8 \dots \text{vyhovuje}$$

Dynamická bezpečnost

$$k_D = \frac{F_{pt}}{F_c \cdot Y} \geq 6 \quad (5.6)$$

$$k_D = \frac{18\,690}{437,22 \cdot 1,5}$$

$$k_D = 14,25 \geq 6 \dots \text{vyhovuje}$$

Počet článků

$$X' = 2 \cdot \frac{A}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{A} \quad (5.7)$$

$$X' = 2 \cdot \frac{350}{12,7} + \frac{36 + 19}{2} + \left(\frac{36 - 19}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{12,7}{350}$$

$$X' = 82,88 \rightarrow \text{Volím } X = 83$$

Délka řetězu

$$L = X \cdot p \quad (5.7)$$

$$L = 83 \cdot 12,7$$

$$L = 1054,1 \text{ mm}$$

Součinitel F [3]

$$F = \frac{X - z_1}{z_2 - z_1} \quad (5.8)$$

$$F = \frac{83 - 19}{36 - 19}$$

$$F = 3,76$$

Skutečná osová vzdálenost

$$A_{sk} = \frac{p}{8} \cdot \left[2 \cdot X - z_1 - z_2 + \sqrt{(2 \cdot X - z_1 - z_2)^2 - F \cdot (z_2 - z_1)^2} \right] \quad (5.9)$$

$$A_{sk} = \frac{12,7}{8} \cdot \left[2 \cdot 63 - 19 - 36 + \sqrt{(2 \cdot 63 - 19 - 36)^2 - 2,59 \cdot (36 - 19)^2} \right]$$

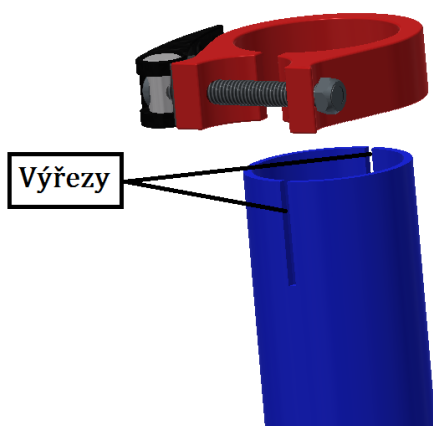
$$A_{sk} = 344,48 [-]$$

Volím řetěz jednořadý válečkový řetěz s 83 články typu 08 B-1 dle ČSN 02 3311

6 Řešení konstrukčních uzlů

6.1 Řídítek a sedátko

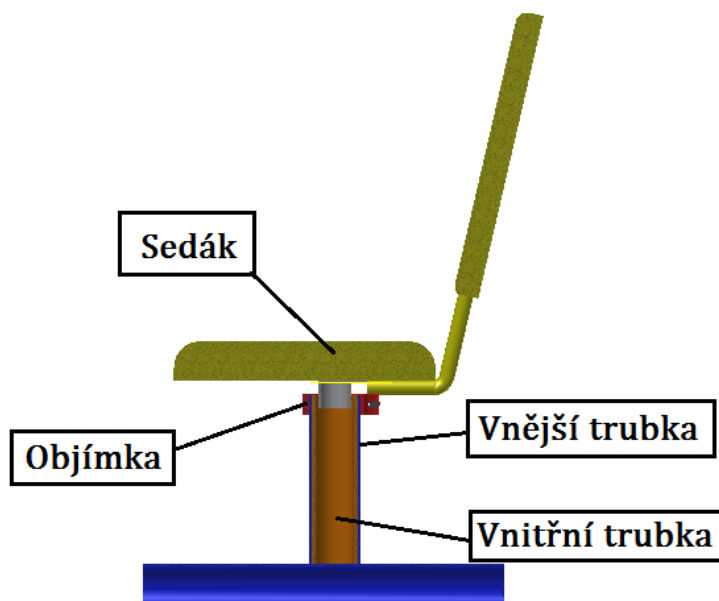
Z důvodů, že tříkolka je navrhována pro děti od 3 do 6 let a protože v tomto období velice rychle rostou, není možné odhadnout správnou délku řídítek a úroveň sedátka, které by splňovaly ergonomii kladenou pro tuto věkovou kategorii a tedy aby se dítě cítilo co nejpohodlněji. Proto jsem zvolil řešení, které tento problém snadno vyřeší. Spočívá v tom, že je možno sedátko i řídítka rychle a pohodlně uvolnit z jedné polohy, nastavit do požadované výšky a poté opět pomocí konstrukčního prvku zvaného objímka obr. 6.2 se zaaretují. Jedná se tedy o svěrný spoj, kde výřezy na trubce vnější, umožní sevřít trubku vnitřní viz. obr. 6.1.



Obr. 6.1 - Výřezy na tyči sedátka

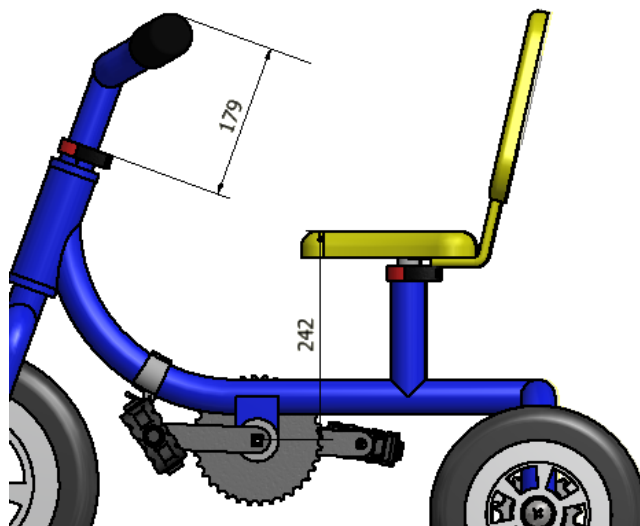


Obr. 6.2 - Objímka [16]

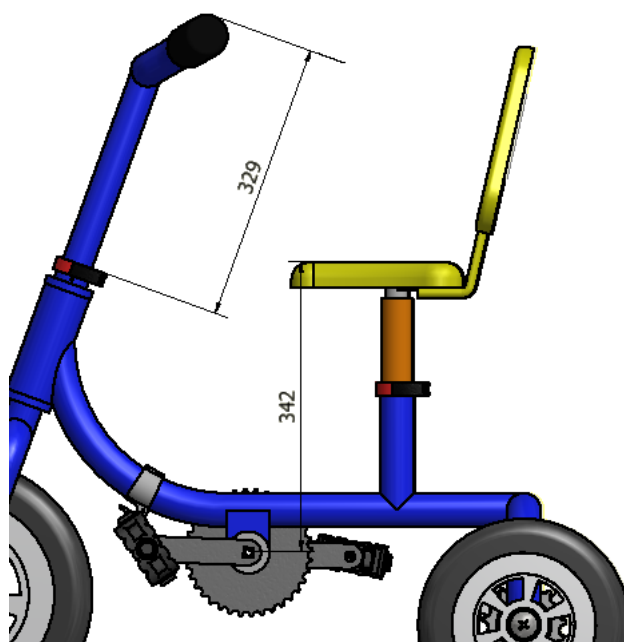


Obr. 6.3 - Sedátko

Výška zdvihu sedátka od osy šlapání je 342 mm v maximální výšce a 212 mm v minimální viz obr. 6.4 a obr. 6.5. U řídítek je rozsah ještě větší a to od 179 až do 329 mm. Tyto rozsahy jsou dostatečné pro nastavení co nejpohodlnější polohy



Obr. 6.4 - Minimální výška vysunutí



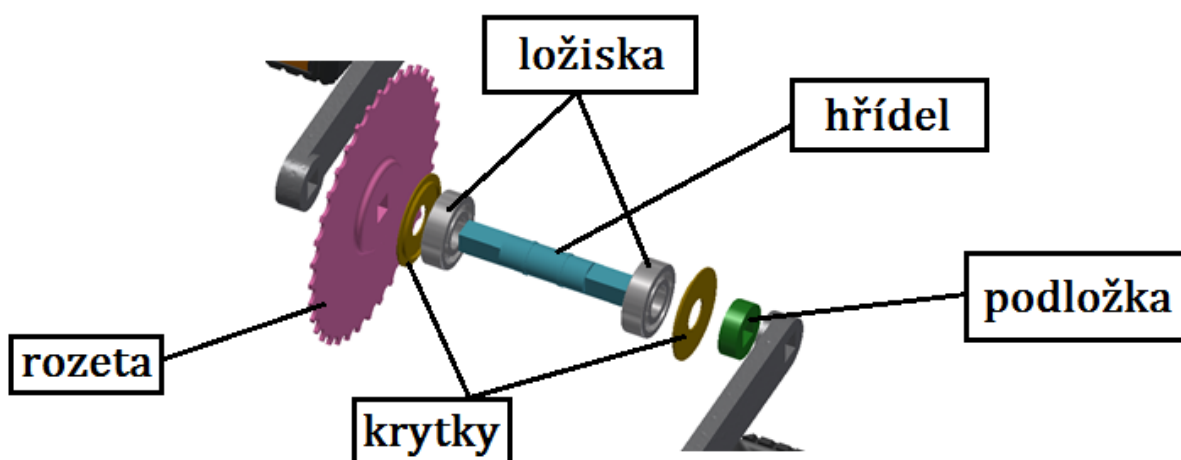
Obr. 6.5 - Maximální výška vysunutí

6.2 Šlapací mechanismus

Další částí, o které bych se chtěl zmínit, je část s pedály. Jedná se o MTB pedály ložiskové PD-32003 [17]. Jsou přišroubované na pákách o délkách $D_3 = 120$ mm, pomocí kterých je možno přenášet krouticí moment na hřídel pomocí čtvercového tvarového styku. Hřídel je uložena na dvou kuličkových ložiscích 6004 ČSN 02 4630, které jsou zajištěny z jedné strany osazením a z druhé víčkem. Hřídel pak přenáší dál krouticí moment na řetězový převod pomocí rozety (hnací ozubené kolo). Jako poslední součástka, která se zde nachází, je podložka, která má za úkol zajistit stejnou kolmou vzdálenost pedálů od sedačky.



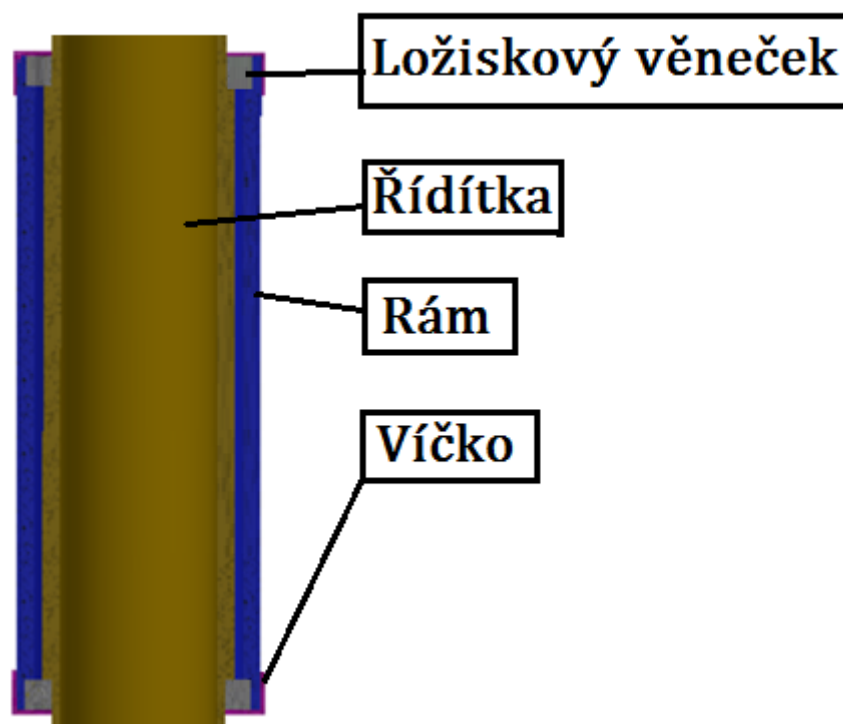
Obr. 6.6 - Šlapací mechanismus



Obr. 6.7 - Rozložený šlapací mechanismus

6.3 Uložení řídítek

Jelikož musí být umožněno tříkolce také zatačet, je třeba, aby se řídítka daly snadno otáčet. K tomu nám slouží dvě ložiskové věnečky, opět zajištěné z jedné strany osazením a z druhé víčkem. Tím je umožněno, aby se obě trubky otáčely nezávisle na sobě kolem své osy s minimálním třením.



Obr. 6.8 - Uložení řídítek

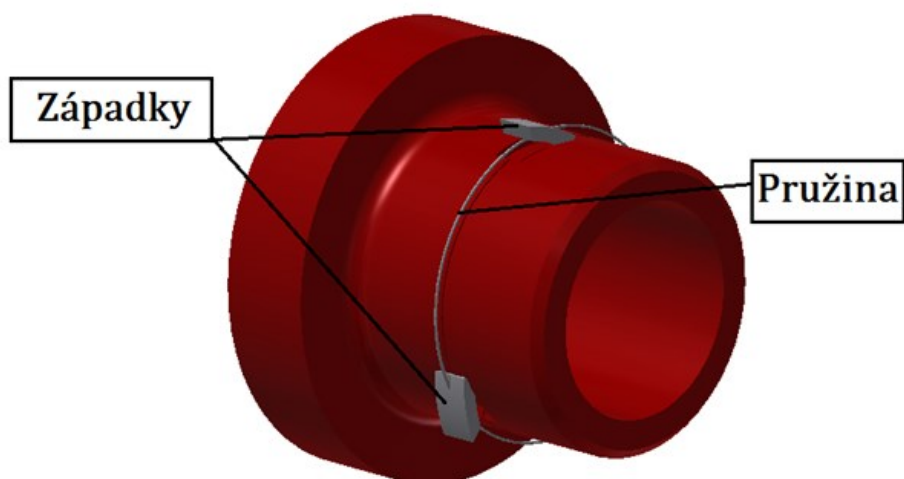
6.4 Prokluzování převodu

Z důvodu bezpečnost musím také navrhnout řešení, kdy bude tříkolka tažena za kolem, jelikož v tomto případě bude malé hnané kolo plnit funkci hnacího a otáčet tak pedály což je velmi nebezpečné.

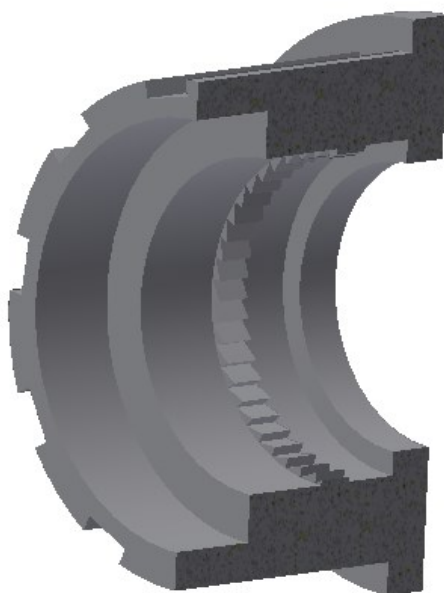
6.4.1 Návrh řešení

1. řešení pomocí tkzv. ořechu

První navrhované řešení se používá také u všech běžných cyklistických kol. Jedná se o dvě příruby, namontované mezi hnané ozubené kolo a zadní hřídel, přičemž na vnitřní přírubě jsou malé západky, které při šlapání ve správném směru zapadají do drážek na vnitřní části vnější příruby a při opačném směru otáčení západky pouze prokluzují a nedochází tak k přenosu krouticího momentu.



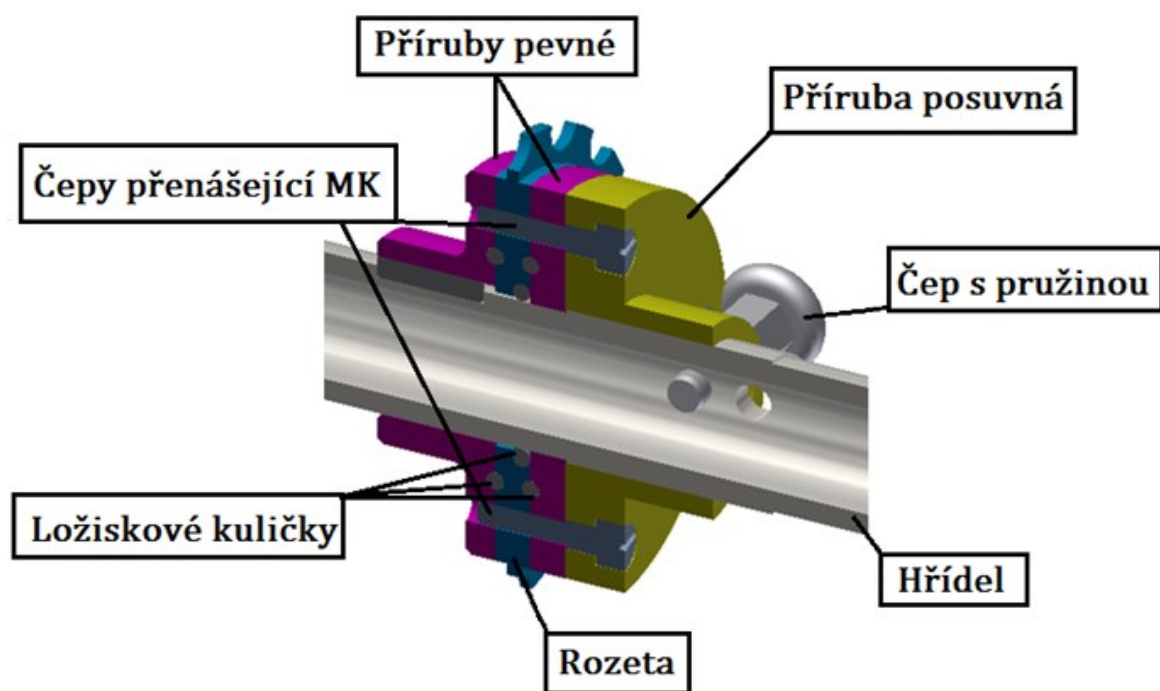
Obr. 6.4.1 - Vnitřní část ořechu



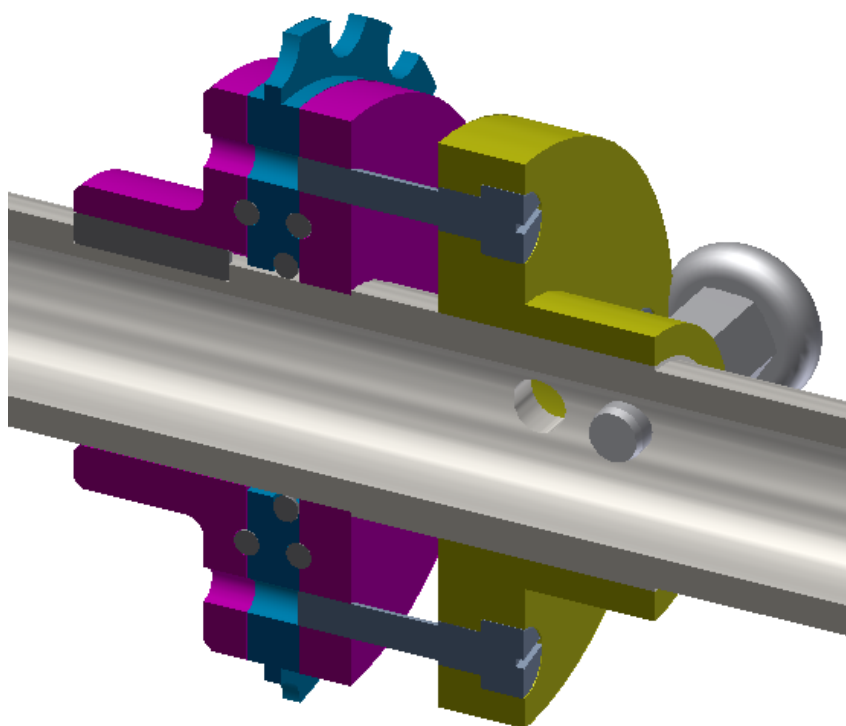
Obr. 6.2.2 - Vnější část ořechu

2. řešení pomocí odpojení převodu

Druhé řešení je vyobrazeno na obr. 6.2.4. Jedná se o dvě příruby, vymežující prostor pro otáčející se rozetu, která pomocí čtyř čepů přenáší dál krouticí moment na hřídel a jednu přírubu posuvnou, která při nastavení do druhé polohy obr. 6.2.5 vypojí převod a tak již nadále krouticí moment nepřenáší. Polohy posuvné příruby se mění manuálně, pomocí čepu s pružinou [19], vždy při tažení za kolem. Vypojením nedochází k otáčení šlapátek, a tedy nehrozí poranění. Aby bylo zajištěno prokluzování rozety při odpojení převodu, jsou mezi pevnými přírubami a rozetou umístěny ložiskové kuličky [20].



Obr. 6.2.3 - Zapojený převod



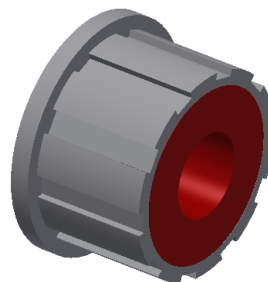
Obr. 6.2.4 - Vypojený převod

6.4.2 Zhodnocení variant

Pro výběr varianty jsem si sepsal výhody a nevýhody pro jednotlivé řešení

1. řešení

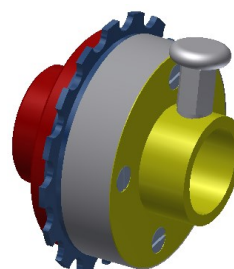
- + složení z méně dílů
- + odzkoušená varianta
- nutnost použití brzdy
- cena



Obr. 6.2.5 – 1. řešení

2. řešení

- + není nutná brzda
- + cena
- + možno s tříkolkou i couvat
- nutnost manuálně uzamykat převod
- složení z více dílů
- nutnost vyvrtání díry do hřídele



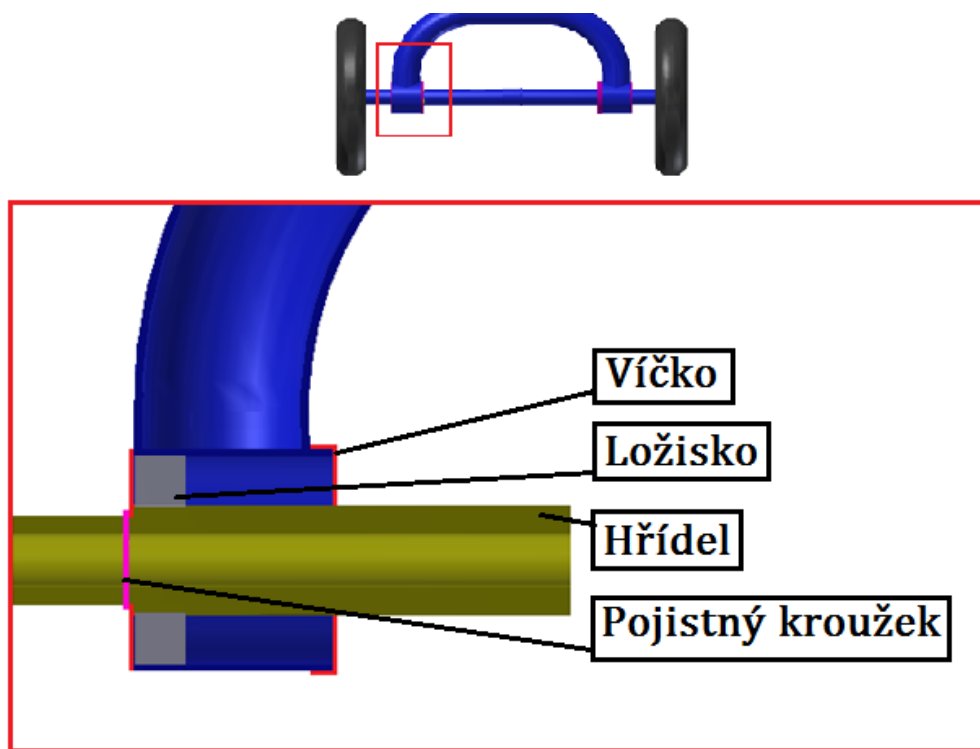
Obr. 6.2.6 – 2. řešení

6.4.3 Výběr varianty

Přestože je první varianta složena z méně částí a je na ní použito méně materiál. Je první varianta stále dražší, jelikož je nutné dokoupit brzděný mechanismus. S ohledem na cenu a to, kdy se tříkolka může dostat do situace, že bude muset vykonat couvací pohyb, jsem zvolil jako vhodnější 2. řešení.

6.5 Uložení zadního hřídele

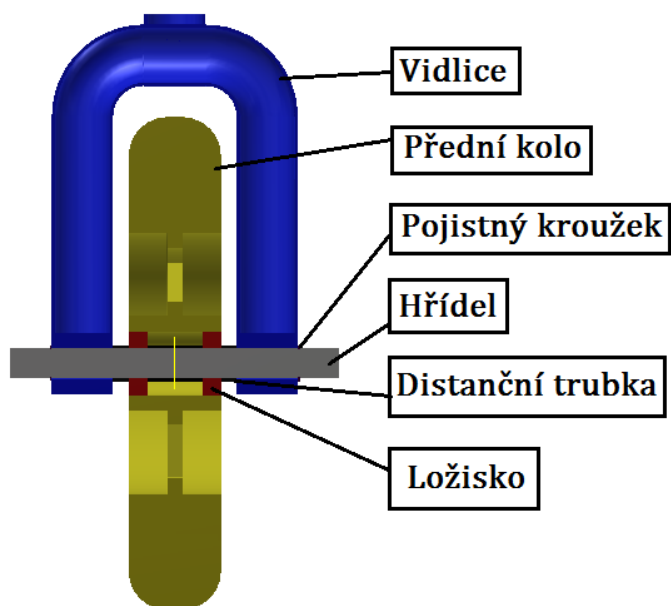
Velmi důležité je také uložení hřídele, která je usazena ve dvou kuličkových ložiscích 6005 ČSN 02 4630 [1]. Tyto ložiska jsou opřené z jedné strany osazením a z druhé zajištěny pojistnými kroužky 20 ČSN 02 2930 [1]. Samotné ložiskové domky jsou pak zakrytovány víčky jak je již vidět z obr. 6.9.



Obr. 6.9 - Uložení zadní hřídele

6.6 Uložení předního hřídele

Uložení předního hřídele je na dvou ložiscích 6004 ČSN 02 4630, které mají mezi sebou vymezenou vzdálenost distanční trubkou. Rovněž vzdálenost mezi vidlicí je vymezena dvěma distančními trubkami. Aby bylo zamezeno hřídeli pohyb ve směru osy rotace, je zajištěna z každé strany pojistným kroužkem 20 ČSN 02 2930.



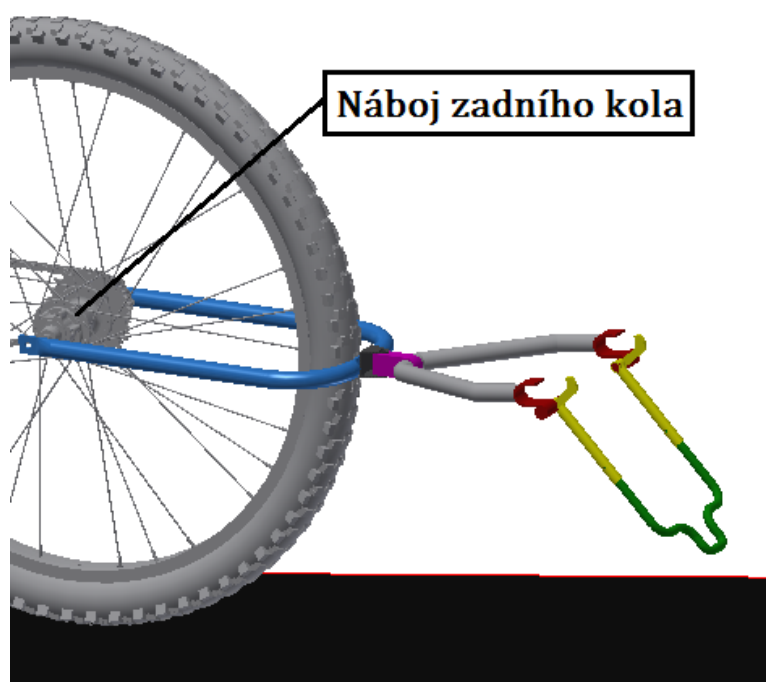
Obr. 6.10 – Uložení přední hřídele

6.7 Tažný mechanismus

Pro tažení tříkolky jsem navrhnul tažný mechanismus, který se nejprve musí upnout na samotné kolo, pomocí rychloupínacího táhla obr. 6.11. Uchycení jsem zvolil v nejnižší možné části kola a tou je zadní náboj. Tím se těžiště přesune níže, než při častém uchycení za sedátko a je umožněno snadnější ovládání.

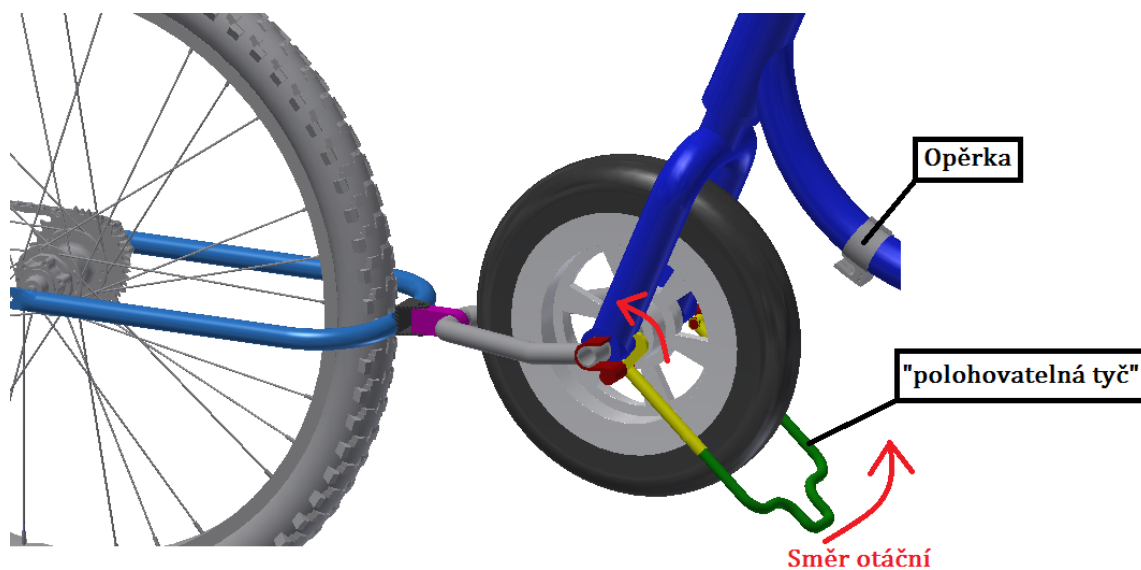


Obr. 6.11 - Rychloupínací táhlo [18]

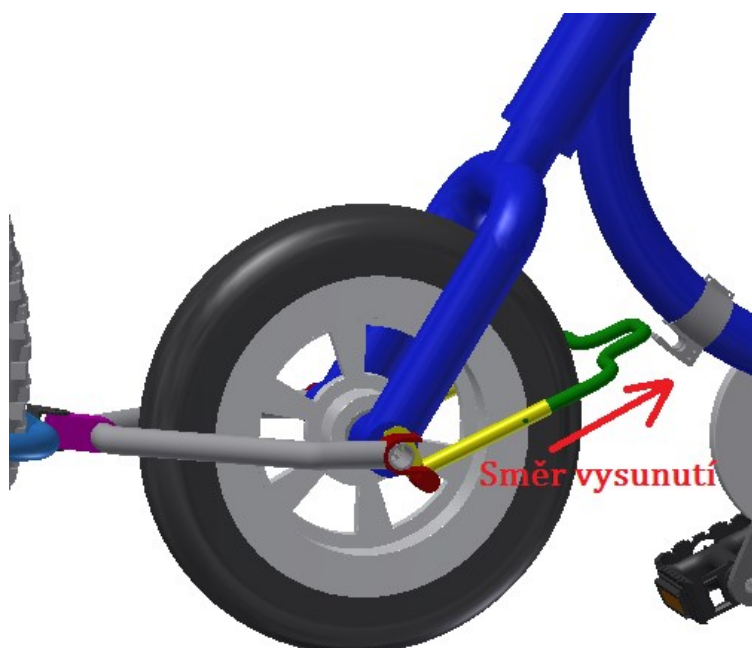


Obr. 6.12a - Postup při upínání tažného mechanismu

Jako další krok se vloží přední náboj tříkolky do “čelistí” mechanismu 6.12b a poté pomocí polohovatelné tyče ve tvaru, která se vysune, zapře o opěrku 6.12c, která se nachází na samotném rámu tříkolky a zajistí pojistnými šrouby ISO B 1184. Samotným pootočením tyče dojde k zavření “čelistí”, což zajistí, že tříkolka nedokáže z mechanismu vyklouznout.



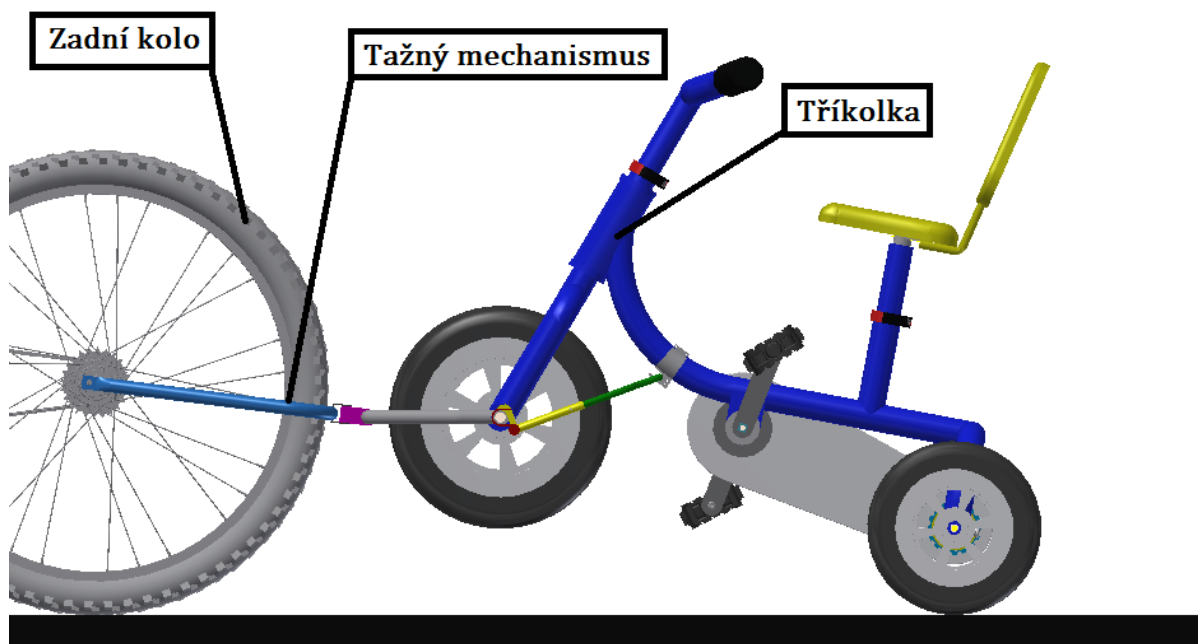
Obr. 6.12b - *Postup při upínání tažného mechanismu*



Obr. 6.12c - *Postup při upínání tažného mechanismu*

Při zatáčení, je také nutno zajistit otáčení ve vodorovném směru. Tento problém jsem vyřešil pomocí táhla s vidlicí, které tento pohyb zajišťují. Toto otočení je možné až o 60 stupňů.

Výsledkem je tedy spojení kola s tříkolkou. Při zapojování se však nesmí zapomínat na vyřazení řetězového převodu, jak již bylo zmíněno v kapitole 6.4.1



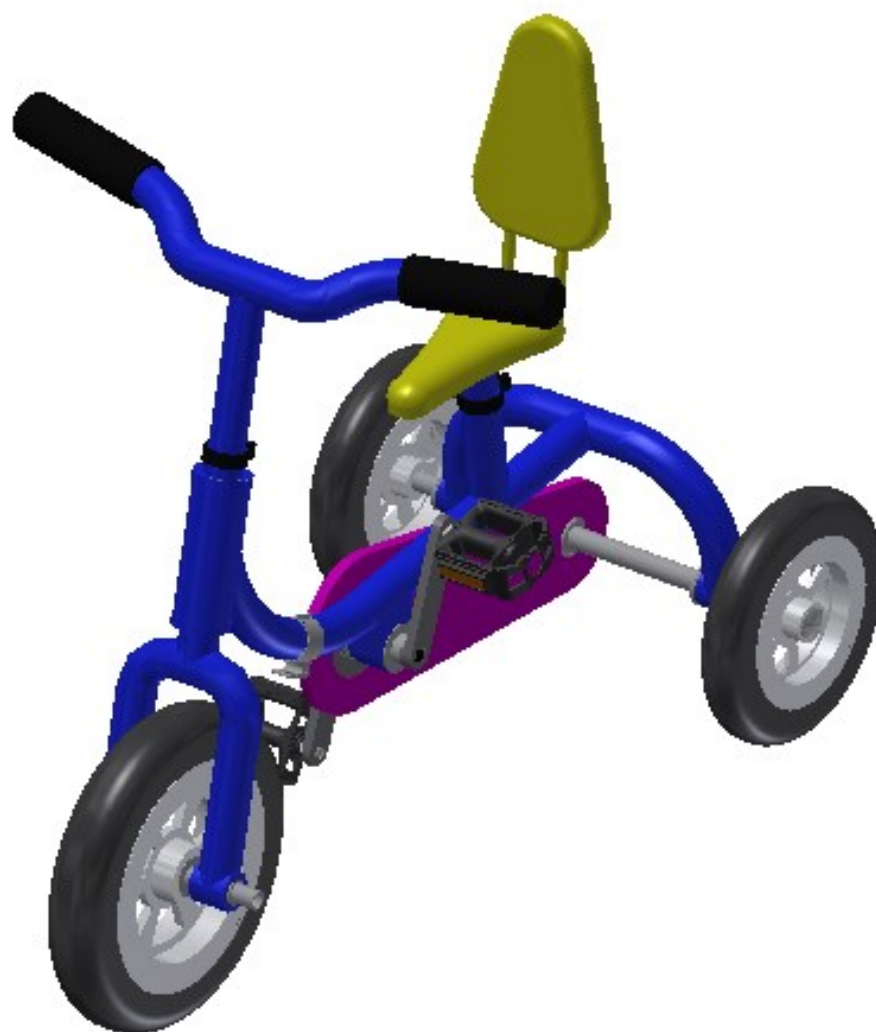
Obr. 6.13 - Upnutá tříkolka za kolem

6.8 Shrnutí konstrukční řešení:

První návrh konstrukčního řešení jsem zvolil dle kapitol výše a po mnohých úpravách jsem došel ke konečnému řešení. Tříkolka se bude skládat z rámu, sedačky, pedálů, jednoho většího (předního), dvou menších (zadních) hnacích kol a tažného mechanismu. Rám bude svařovaný z profilů hliníkové slitiny EN AW-6060 [21]. Mechanické vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v tabulce 6.7. Proti nebezpečí pádu z tříkolky, je na sedačce připevněný bezpečnostní pás. Jelikož jsem zvolil řetězový převod bez prokluzu, je umožněno brždění otáčením pedálů v protisměru.

Tab. 6.7 - Mechanické vlastnosti slitiny hliníku EN QW-6060 [23]

R_m [MPa]	R_e [MPa]
min. 230	min. 190

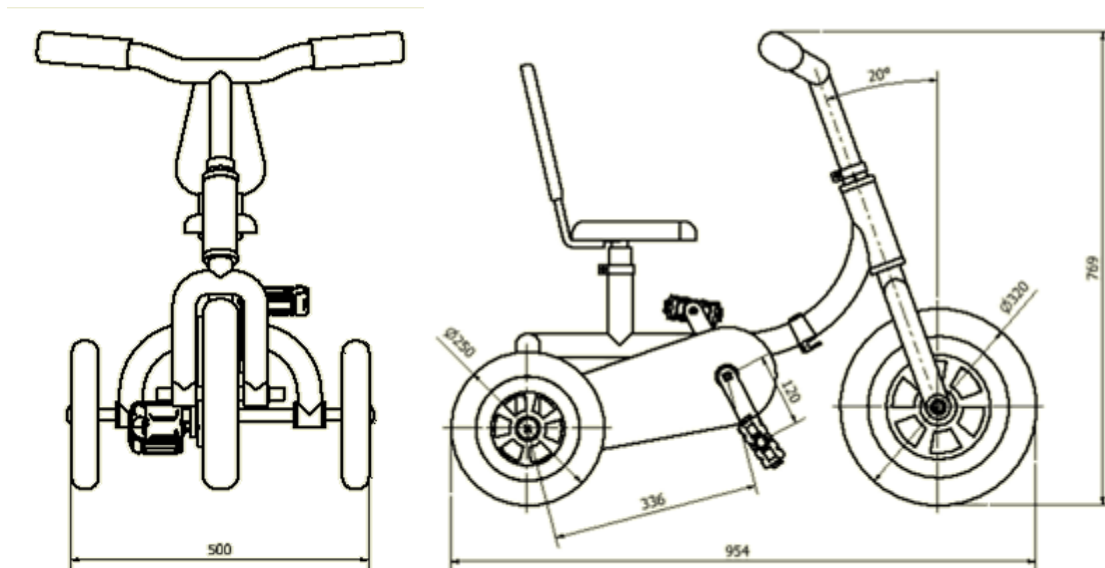


Obr. 6.14 - *Konstrukční řešení*

7 Výpočet namáhaných součástí

7.1 Výpočet krouticích momentů na řetězovém převodu

Zobrazení základních rozměrů je velmi důležité pro další kontrolní výpočty. Základní rozměry lze vidět na obr 7.1.



Obr. 7.1 - Základní rozměry kola

Moment na hnacím kole

$$M_{k1} = F_n \cdot D_3 \quad (7.1)$$

$$M_{k1} = 260 \cdot 120$$

$$M_{k1} = 41\,600 \, N \cdot mm = 41,600 \, N \cdot m$$

Moment na hnaném kole

$$M_{k2} = i \cdot M_{k1} \cdot \eta_1 \quad (7.2)$$

$$M_{k2} = 1,89 \cdot 41,600 \cdot 0,94$$

$$M_{k2} = 73,91 \, N \cdot m$$

Účinnost převodu

Účinnost na ozubení η_z jsem trochu snížil, z důvodu přerušovaného mazání, na hodnotu 0,94.

$$\eta_1 = \eta_L \cdot \eta_z \quad (7.3)$$

$$\eta_1 = 0,99 \cdot 0,95$$

$$\eta_1 = 0,94$$

7.2 Výpočet válcového konce hřídele

Nejmenší průměr hřídele spočítám z pevnostní rovnice na krut

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dk} \quad (7.4)$$

$$W_k = \frac{M_{k2}}{\tau_{Dk}}$$

$$W_k = \frac{41,6}{14,25}$$

$$W_k = 2917,5 \text{ mm}^3$$

Dovolené napětí v tahu

Dle strojnických tabulek [1], volím bezpečnost pro ocel $K=1,7$ a mez kluzu pro materiál 11 373 je $R_e=200 \text{ Mpa}$.

$$\sigma_{Dt} = \frac{R_e}{K} \quad (7.5)$$

$$\sigma_D = \frac{200}{1,7}$$

$$\sigma_D = 117,65 \text{ Mpa}$$

Dovolené napětí v krutu

$$\tau_{Dk} = 0,6 \cdot \sigma_D \quad (7.6)$$

$$\tau_{Dk} = 0,6 \cdot 117,65$$

$$\tau_{Dk} = 70,59 \text{ Mpa}$$

Předběžný průměr hřídele

$$W_k = 0,2 \cdot d'^3 \quad (7.7)$$

$$d' = \sqrt[3]{\frac{W_k}{0,2}}$$

$$d' = \sqrt[3]{\frac{2917,5}{0,2}}$$

$$d' = 24,43 \text{ mm}$$

Dle ČSN 01 4990 volím nejmenší průměr hřídele $d=25\text{mm}$

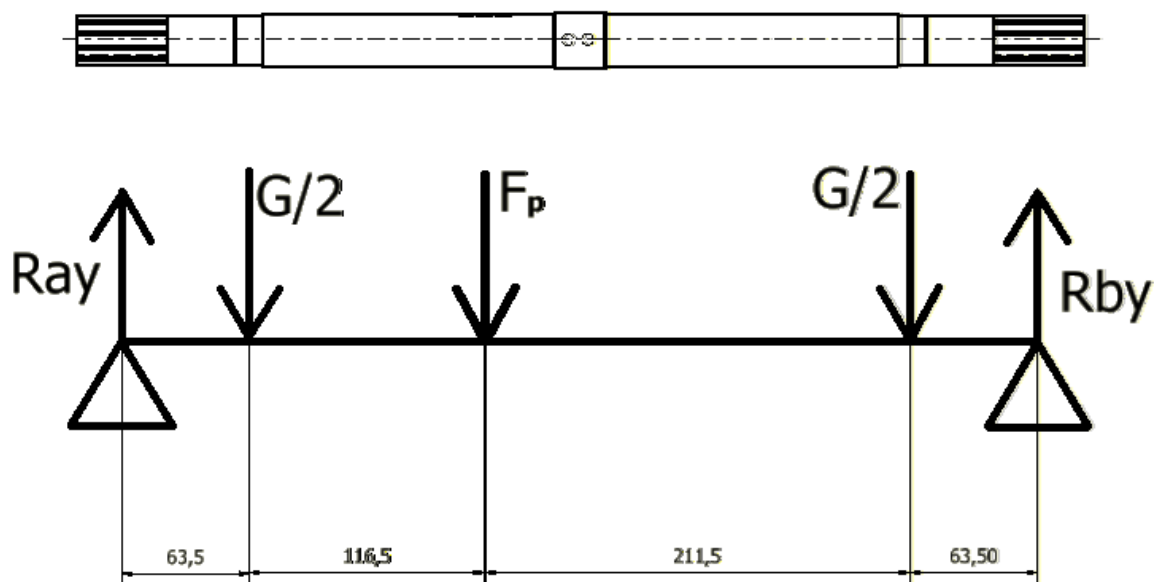
7.3 Kontrola hřídele

Síla působící od řetězu

$$F_2 = \frac{2 \cdot M_{k2}}{D_{t1}} \quad (7.8)$$

$$F_2 = \frac{2 \cdot 1078,28}{77,16}$$

$$F_2 = 1078,28 \text{ N}$$



Obr. 7.1 - Hřídel-nosník

Určení reakcí Ray a Rby

$$\sum M_i A = 0$$

$$\frac{G}{2} \cdot a - F_2 \cdot (a + b) - \frac{G}{2} \cdot (a + b + c) + R_{by} \cdot (a + b + c + d) = 0$$

$$R_{by} = \frac{\frac{G}{2} \cdot a + F_2 \cdot (a + b) + \frac{G}{2} \cdot (a + b + c)}{(a + b + c + d)}$$

$$R_{by} = \frac{147,15 \cdot 63,5 + 1078,28 \cdot (182,5) + 147,15 \cdot (436,5)}{500}$$

$$R_{by} = 540,72 \text{ N}$$

$$\sum F_{iy} = 0$$

$$\frac{G}{2} + \frac{G}{2} - R_{ay} + F_2 - R_{by} = 0$$

$$R_{ay} = \frac{G}{2} + \frac{G}{2} - R_{by} + F_2$$

$$R_{ay} = 147,15 + 147,15 - 540,72 + 1078,28$$

$$R_{ay} = 831,86 \text{ N}$$

Učení maximálního momentu

$$M_{omax} = M_{o2} = R_{ay} \cdot a - \frac{G}{2} \cdot (a + b)$$

$$M_{omax} = 831,86 \cdot 63,5 - 147,15 \cdot 182,5$$

$$M_{omax} = 134\,303,6 \text{ Mpa}$$

Kontrola hřídele na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{W_o} \quad (7.9)$$

$$\sigma_o = \frac{M_{omax}}{0,1 \cdot d^3}$$

$$\sigma_o = \frac{134\,303,6}{0,1 \cdot 25^3}$$

$$\sigma_o = 76,41$$

$$\sigma_o \leq \sigma_{Do}$$

$$76,41 \leq 100 \dots \text{vyhovuje}$$

7.4 Návrh pera

Dle průměru $d_p = 26\text{mm}$, na kterém se bude pero nacházet, volím

PERO 8e7 x 7 x 25 ČŠN 02 2562

Síla působící na bok pera

$$F_p = \frac{1000 \cdot M_{k2}}{\frac{d_p}{2} + \frac{t_1}{2}} \quad (7.10)$$

$$F_p = \frac{1000 \cdot 41,6}{\frac{26}{2} + \frac{2,9}{2}}$$

$$F_p = 2878,89 \text{ N}$$

Délka boku pera

$$L' = L - 2 \cdot R \quad (7.11)$$

$$L' = 25 - 2 \cdot 4$$

$$L' = 17 \text{ mm}$$

Kontrola pera na otlačení

$$p = \frac{F}{L' \cdot t_1} \quad (7.12)$$

$$p = \frac{2878,89}{17 \cdot 2,9}$$

$$p = 58,40 \text{ Mpa}$$

$$p \leq p_d$$

$$58,40 \leq 117,65 \dots \text{vyhovuje}$$

Střižná síla

$$F_s = \frac{M_k \cdot 1000}{\frac{d}{2}} \quad (7.13)$$

$$F_s = \frac{41,6 \cdot 1000}{\frac{26}{2}}$$

$$F_s = 3200 \text{ N}$$

Kontrola pera na smyk

Dovolené napětí ve střihu $\tau_{Ds} = 50$ [??]

$$\tau_s = \frac{F_s}{l \cdot b} \quad (7.14)$$

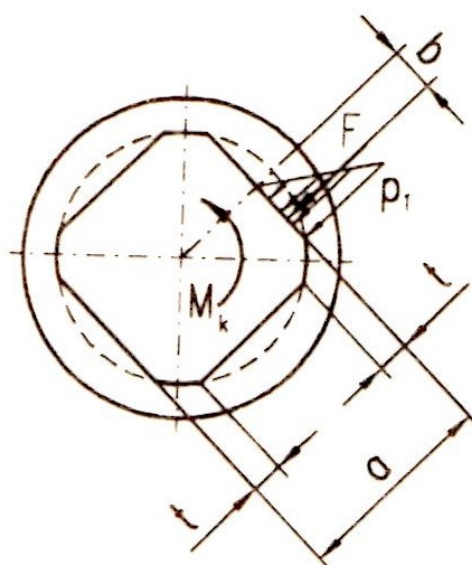
$$\tau_s = \frac{3200}{25 \cdot 8}$$

$$\tau_s = 16 \text{ Mpa}$$

$$\tau_s \leq \tau_{Ds}$$

$$16 \leq 50 \dots \text{vyhovuje}$$

7.5 Kontrola hranolového spojení [24] s místě uložení pedálů



Obr. 7.2 - Hranolové spojení [24]

Rameno výslednice tlaku

$$b = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{a}{2} - t \right) \quad (7.15)$$

$$b = \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{a}{2} - t \right)$$

$$b = 3,33 \text{ mm}$$

Tlak P_{1max}

Dovolené otláčení $P_D = 100$ Mpa

$$P_{1max} = \varphi \cdot p_1 \quad (7.16)$$

$$P_{1max} = \frac{12 \cdot \varphi \cdot M_{k1}}{l \cdot b \cdot n \cdot (a - 2 \cdot t)^2}$$

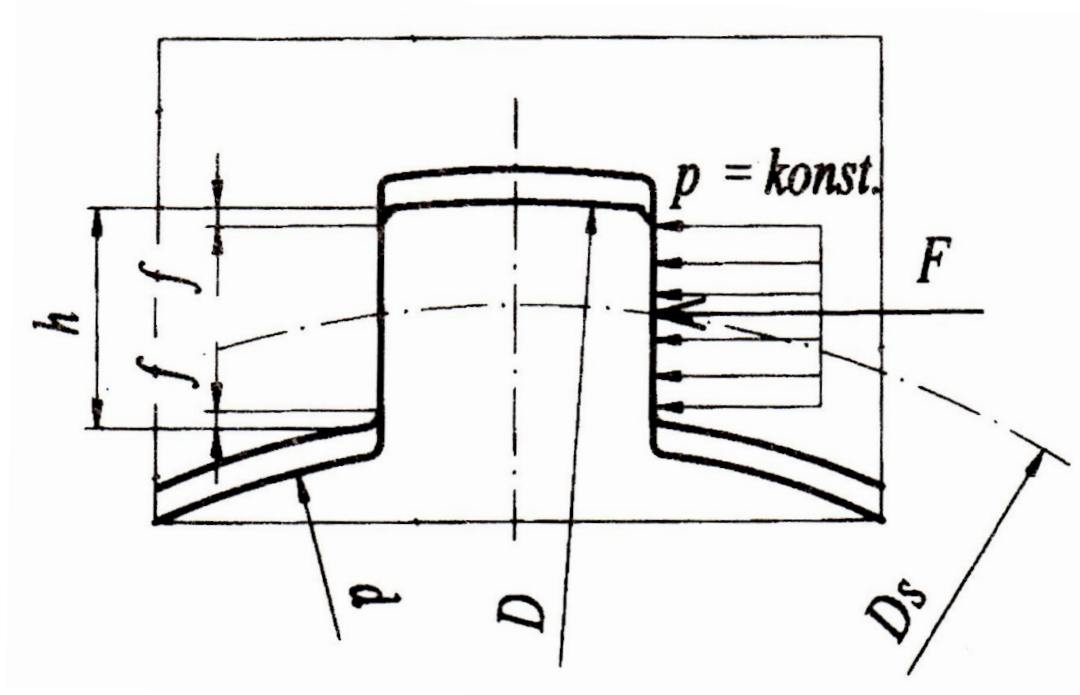
$$P_{1max} = \frac{12 \cdot 1,5 \cdot 41600}{14 \cdot 3,33 \cdot 4 \cdot (12 - 2 \cdot 1)^2}$$

$$P_{1max} = 40,15 \text{ Mpa}$$

$$P_{1max} \leq P_D$$

$$40,15 \leq 100$$

7.6 Kontrola rovnobokého drážkování na zadní hřídeli [2]



Obr. 7.3 - Rovnoboké drážkování [2]

Obvodová síla na středním průměru D_s

$$F_o = \frac{2 \cdot M_{k2}}{D + d} \quad (7.17)$$

$$F_o = \frac{2 \cdot 41600}{29 + 25}$$

$$F_o = 1808,70$$

Délka účinné plochy

$$f' = \frac{2}{3} \cdot z \cdot (h - 2 \cdot f) \cdot 1 \quad (7.18)$$

$$f' = \frac{2}{3} \cdot z \cdot \left(\frac{D - d}{2} - 2 \cdot f \right) \cdot 1$$

$$f' = \frac{3}{4} \cdot 6 \cdot \left(\frac{25 - 21}{2} - 2 \cdot 0,5 \right) \cdot 1$$

$$f' = 4,5 \text{ mm}$$

Namáhání na otlačení zubů

$$p = \frac{F_o}{f' \cdot L} \quad (7.19)$$

$$p = \frac{1540,74}{4,5 \cdot 45} = 7,61 \text{ Mpa}$$

$$p = 7,61 \text{ Mpa}$$

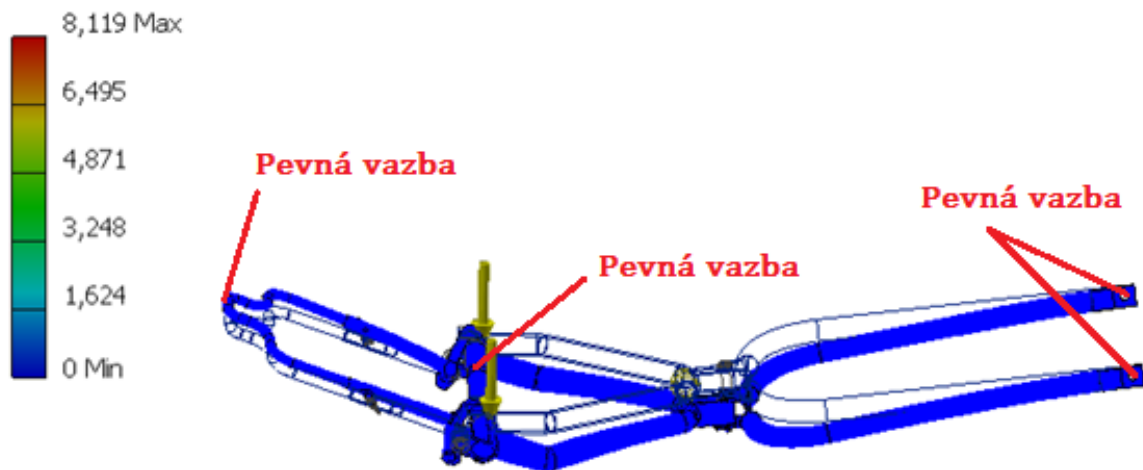
$$p \leq p_d$$

$$7,61 \leq 50 \dots \text{vyhovuje}$$

7.7 MKP analýza tažného mechanismu

Pro pevnostní MKP analýzu jsem použil program Autodesk Inventor v klidovém stavu celé soustavy. Při volbě síly jsem vzal v úvahu situaci, kdy by se dítě opřelo plnou váhou o řídítka. Vložené síly jsem tedy zvolil jako polovinu tíhové síly dítěte a přičetl k ní váhu tříkolky, aby mírně zatížení předimenzoval.

Pevné vazby jsem zvolil na místech, kde se mechanismus zapírá o kolo, v místě uchycení ke kolu a na tyči, pomocí které jsem simuloval hřídel, ke které se mechanismus upíná. V místech svaru jsem použil dotyky vázané a v místě uchycení hřídele pomocí sevření, jsem použil separaci.



Obr. 7.4 – Pevnostní analýza

Z důvodu velmi malého maximálního zatížení 8,119 Mpa a maximálního prodloužení 0,001 mm jsem již dále mechanismus nekontroloval.

8 Údržba a skladování

Jednou za čtvrt roku, je nutné tříkolku podrobit údržbě. Měl by se namazat a očistit řetěz od vniklých nečistot. Tím dojde k prodloužení životnosti celého převodu a nemusíme tak řetěz často vyměňovat. Jednou ročně je však vhodné nechat tříkolku prohlédnout i v odborném servisu, kde zkontrolují celý její stav. Stejně tak je nutné tříkolku dovést do servisu v případě, že se něco porouchá, nebo nefunguje úplně na 100%.

Tříkolku je také nutné skladovat na místě, kde bude chráněna před nepříznivými vlivy, jako je déšť, sníh a sluneční záření.

9 Závěr

Výstupem této práce, je zpráva o konstrukčním řešení dětské tříkolky včetně tažného mechanismu, pomocí kterého bude tříkolka tažena za kolem, a jejich výkresové dokumentaci. Rám tříkolky a tažný mechanismus jsem navrhoval ze slitiny hliníku AW 6060 a budou svařeny podle výkresové dokumentace. Jako pohon jsem zvolil řetězový převod, jenž bude tříkolku pohánět a sloužit i jako brzdový mechanismus. Řídítka tříkolky a sedačku pak bude možno nastavit do v určitém rozmezí do požadované výšky, aby byla zajištěna co nejlepší ergonomie.

Při tažení tříkolky je nutné vždy odpojit řetězový převod, přesunutím čepu s pružinou do druhé polohy. Toto vozítko bude používáno na polních cestách a na místech, kde není běžná silniční doprava. Před každou jízdou je však nutné tříkolku překontrolovat, jestli je v pořádku a ujistit se, zda byl i tažný mechanismus správně umístěn a řádně utažen šrouby, aby nedošlo ke zranění.

Ve výpočtové části jsem navrhoval řetězový převod a to jak jeho délku, tak počet článku i osovou vzdálenost. Jako další kontrolu jsem provedl pro zadní hřídel, který je více namáhaný než hřídel přední. V neposlední řadě jsem zkontroloval hranolové spojení šlapacího mechanismu a provedl MKP analýzu tažného mechanismu. Při výpočtech bylo počítáno s maximálním zatížením 30 kg, proto tříkolku nesmí používat či stoupat na její rám, nikdo těžší. Při jízdě je samozřejmě vhodné používat přilbu, pevnou obuv a bezpečnostní pás.

10 Literatura

- [1] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.
- [2] KALÁB, Květoslav. Části a mechanismy strojů pro bakaláře: části spojovací [záznam a]. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1290-8.
- [3] KALÁB, K.: Návrh a výpočet klínového řemene a převodového řetězu – vysokoškolská příručka. Ostrava 2006
- [4] PRŮVODCE SPOTŘEBITELE: Bezpečnost výrobků a technické normy. 2. vyd. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, duben 2006, 70s. ISBN 80-239-6299-X
- [5] Tříkolka toyz-york [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.babyhit.cz/detska-trikolka-toyz-york-purple/>
- [6] Tříkolka smile plus [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://www.kolo-dily.cz/cz-detail-888041751-trikolka-smile-plus.html?id_varianty=344
- [7] Tříkolka buddytoys[online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: https://www.mall.cz/trikolky/buddytoys-bpt-3030-trikolka-s-tyci?utm_source=zbozi.cz&utm_medium=cse&utm_campaign=NE&utm_content=trikolky&utm_term=891310
- [8] Vozík forman [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <https://www.kutil.cz/zahrada-stavba-dilna/dilenske-vybaveni/manipulacni-technika/karky-a-voziky/vozik-za-kolo-forman/>
- [9] Vlek a kolo [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: https://www.vidaxl.cz/e/8718475828624/vlek-za-kolo?gclid=CjwKEAiAq8bEBRDuuOuyspf5oyMSJAAcsEyWj2WKJnEG9yRmGp3ryWhOVuf4jUkbXUP-uZzJZ7DdAxoCRDrw_wcB
- [10] Vozík za kolo [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://www.spokojenypes.cz/vozik-za-kolo-m-45x48x74cm-do-30-kg-sedo-zluto-cerny/?utm_medium=srovnac&utm_source=zbozi&utm_term=724606
- [11] Tažná tyč[online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <https://www.renbo.cz/tazna-tyc-na-kolo>
- [12] Průměrná výška a váha dítěte dle věku [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://ciselnik.artega.cz/prumerna_vyska_a_vaha_ditete_dle_veku.php
- [13] ŠMÍD, M.: Pokyny pro navrhování strojů a prostředí z hlediska ergonomiky. Technický odbor, Plzeň, 1971.
- [14] Řetězové převody, Moravian chains: [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.mch-retezy.cz/retezove-prevody/>

- [15] Řetězové převody, Sps-vitkovice[online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/SPS/SPS%203%20%20%C5%98et%C4%Bzov%C3%A9%20p%C5%99evody-UT.pdf>
- [16] Objímka [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <https://www.zbozi.cz/vyrobek/author-objimka-s-ru-aqr-c09/>
- [17] Pedály [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: https://www.zijemesportem.cz/pedaly-mtb/73708-pedaly-mtb-plast-loziskove-pd-32003.html?utm_medium=referral&utm_source=zbozi.cz
- [18] Rychloupínací táhlo[online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <https://www.stratilek.cz/14778-rychloupinaci-tahlo-predni.html>
- [19] Zapadkové kolíky, Essentra [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.essentracomponents.cz/celokovove-zapadkove-koliky-525490>
- [20] Ložiskové kuličky, Exvalos s.r.o. [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: [http://eshop.exvalos.cz/cs/224-loziskove-kulicky#filter\[search\]=&id_category\[\]=224&filter\[feature\]\[1\]\[min\]=25&filter\[feature\]\[1\]\[max\]=&orderby=position&orderway=asc&n=10](http://eshop.exvalos.cz/cs/224-loziskove-kulicky#filter[search]=&id_category[]=224&filter[feature][1][min]=25&filter[feature][1][max]=&orderby=position&orderway=asc&n=10)
- [21] Hliníkové profily, Proal s.r.o. [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://hlinikove-profilu.proal.cz/>
- [22] Dětská čtyčkolka, Balhar Petr [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/71676/BAL258_FS_B2341_2302R010_40_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [23] Materials, Azom [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=2812>
- [24] DEJL, Zdeněk. Konstrukce strojů a zařízení I: spojovací části strojů. Ostrava: Montanex, 2000. ISBN 80-7225-018-3.
- [25] Velikost dětí/věk [online]. [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://www.n-i-s.cz/userfiles/Dvouleta_Katerina/deti/deti%203.bmp

Použitý software:

Autodesk Inventor Professional 2015

Microsoft Office Word 2010

Microsoft Office Excel 2010

Číslo ilustrace	Název ilustrace	Stránka
Obr. 2.1	Tříkolka Toyz York	11
Obr. 2.2	Tříkolka smile plus	11
Obr. 2.3	Tříkolka buddy toys BPT 3030	12
Obr. 2.4	Závěsný vozík Forman	13
Obr. 2.5	Uchycení vozíku Forman	13
Obr. 2.6	Tažný úchyt	13
Obr. 2.6	Tažný úchyt	14
Obr. 2.8	Vozík za kolo pro psy	14
Obr. 2.9	Tažná tyč za kolo	15
Obr. 2.9	Tažná tyč za kolo	16
Obr. 3.2	Závislost výška/věk	17
Obr. 5.1	Schéma řetězového převodu	19
Obr. 5.2	Katalog válečkových	20
Obr. 6.1	Výřezy na tyči sedátka	24
Obr. 6.2	Objímka	24
Obr. 6.3	Sedátko	24
Obr. 6.4	Minimální výška vysunutí	25
Obr. 6.5	Maximální výška vysunutí	25
Obr. 6.6	Šlapací mechanismus	26
Obr. 6.7	Rozložený šlapací mechanismus	26
Obr. 6.8	Uložení řídítek	27
Obr. 6.4.1	Vnitřní část ořechu	28
Obr. 6.2.2	Vnější část ořechu	28
Obr. 6.2.3	Zapojený převod	29
Obr. 6.2.4	Vypojený převod	29
Obr. 6.2.5	1. řešení	30
Obr. 6.2.6	2. řešení	30
Obr. 6.9	Uložení zadní hřídele	31
Obr. 6.10	Uložení přední hřídele	31
Obr. 6.11	Rychloupínací táhlo	32
Obr. 6.12a	Postup při upínání tažného mechanismu	32

Obr. 6.12b	Postup při upínání tažného mechanismu	33
Obr. 6.12c	Postup při upínání tažného mechanismu	33
Obr. 6.13	Upnutá tříkolka za kolem	34
Obr. 6.14	Konstrukční řešení	35
Obr. 7.1	Základní rozměry kola	36
Obr. 7.1	Hřídel-nosník	38
Obr. 7.2	Hranolové spojení	41
Obr. 7.3	Rovnoboké drážkování	42
Obr. 7.4	Pevnostní analýza	43
Číslo tabulky	Název Tabulky	Stránka
Tab. 3.1 -	Průměrná výška a váha dětí podle věku	16
Tab. 6.7 -	Mechanické vlastnosti slitiny hliníku EN QW-6060	34